

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Année 1939

THÈSE

N° 423

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(DIPLOME D'ÉTAT)

PRÉSENTÉE PAR

André WILLEMIN

Né le 7 Mars 1910, à BAINVILLE-SUR-MADON (Meurthe et-Moselle)

Des Méthodes
de Repérage Préalable
en Radiographie Analytique

Président : M. STROHL, Professeur

PARIS

VIGOT FRÈRES, ÉDITEURS

23, RUE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE, 23

1939

52

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Année 1939

THÈSE

N°

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(DIPLOME D'ÉTAT)

PRÉSENTÉE PAR

André WILLEMIN

Né le 7 Mars 1910, à BAINVILLE-SUR-MADON (Meurthe et-Moselle)

Des Méthodes
de Repérage Préalable
en Radiographie Analytique

Président : M. STROHL, Professeur

PARIS

VIGOT FRÈRES, ÉDITEURS

23, RUE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE, 23

1939

I. — Professeurs

Anatomie	
Physiologie	
Physique médicale	
Chimie médicale	
Bactériologie	
Parasitologie et histoire naturelle médicale	
Pathologie médicale et générale	
Pathologie médicale	
Pathologie chirurgicale	
Anatomie pathologique	
Histologie	
Pharmacologie et matière médicale	
Thérapeutique	
Hygiène et médecine préventive	
Médecine légale	
Histoire de la médecine et de la chirurgie	
Pathologie expérimentale et comparée	
Hydrologie thérapeutique et climatologie	
Clinique médicale	
Hygiène et clinique de la première enfance	
Clinique des maladies des enfants	
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale	
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	
Clinique des maladies du système nerveux	
Clinique des maladies infectieuses	
Clinique chirurgicale	
Clinique ophtalmologique	
Clinique urologique	
Clinique d'accouchements	
Clinique gynécologique	
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie	
Clinique thérapeutique médicale	
Clinique oto-rhino-laryngologique	
Clinique thérapeutique chirurgicale	
Clinique propédeutique	
Clinique de la Tuberculose	
Clinique chirurgicale orthopédique de l'adulte	
Clinique de neuro-chirurgie	
Clinique cardiologie	
Assistance médico-sociale	
Professeurs sans chaire	

MM.
ROUVIERE.
LÉON BINET.
STROHL.
POLONOVSKI.
Robert DEBRE.
BRUMPT.
BAUDOUIN.
ADRAMI.
MONDOR.
LEROUX.
CHAMPY.
TIFFENEAU.
HARVIER.
TANON.
BALTHAZARD.
LAIGNEL-
LAVASTINE
FIESSINGER.
CHIRAY.
LOEPER.
CARNOT.
Marcel LABBE.
CLERC.
LEREBoullet.
NOBECOURT.
H. CLAUDE.
GOUGEROT.
GUILLAIN.
LEMIERRE.
CUNEO.
GOSSET.
GREGOIRE.
LENORMANT.
TERRIEN.
CHEVASSU.
LEVY-SOLAL.
COUVELAIRE.
JEANNIN.
MOCQUOT.
OMBREDANNE.
RATHERY.
LEMAITRE.
Pierre DUVAL.
VILLARET.
TROISIER
MATHIEU.
Clovis VINCENT.
LAUBRY.
N...
HAZARD.
HOVELACQUE.
MULON.
OLIVIER.
SANNIE.
VERNE.

II. — Agrégés en exercice

MM.	
AMELINE	Pathologie chirurgicale.
BARIETY	Pathologie médicale.
FENARD Henri	Pathologie médicale.
BERNARD EL.	Pathologie médicale.
BESANÇON (J.).	Hydrologie.
BOULIN	Pathologie médicale.
BULLIARD	Histologie.
CATHALA	Pathologie médicale.
COSTE	Pathologie médicale.
CHEVALLIER	Pathologie médicale.
DOGNON	Physique
FUNCK- BENTANO	Pathologie chirurgicale.
FEY	Urologie.
GAILLARD	Parasitologie.
GASTINEL	Bactériologie.

MM.	
DE GAUDART	
D'ALLAINES ..	Pathologie chirurgicale
GAYET	Physiologie.
DE GENNES ...	Pathologie médicale.
GIROUD	Histologie.
HAGUENAU	Pathologie médicale.
HALPHEN	Oto-rhino-laryngologie
HUGUENIN	Anatomie pathologique
JOANNON	Hygiène.
LACOMME	Obstétrique.
LANTUEJOUL ..	Obstétrique.
LAROCHE Guy. ...	Pathologie médicale.
LAVIER	Parasitologie.
LELONG	Pathologie médicale.



MM.
 LEMAIRE Pathologie expérimentale.
 LEVEUF Pathologie chirurgicale.
 LEVY (M^{re} J.) .. Pharmacologie.
 LEVY-VALENSI. Neurologie et Psychiatrie.
 MENEGAUX ... Pathologie chirurgicale.
 MOLLARET Pathologie médicale.
 MOREAU Pathologie médicale.
 MOULONGUET.. Pathologie chirurgicale.
 MOUQUIN Pathologie médicale.
 PETIT-
 DUTAILLIS Pathologie chirurgicale.

MM
 PIEDELIEVRE.. Médecine légale
 PORTES Obstétrique.
 RENARD..... Ophtalmologie.
 RICHET Physiologie.
 SENEQUE Pathologie chirurgicale
 TURPIN Pathologie médicale.
 VIGNES Obstétrique.
 WILMOTH Pathologie chirurgicale

III. — Agrégés rappelés à l'exercice pour le service des examens

MM.
 ALGLAVE Pathologie chirurgicale.
 BUSQUET Pharmacologie.
 CHAILLEY-
 BERT Physiologie.
 HEITZ-BOYER.. Pathologie chirurgicale.

MM.
 LARDENNOIS .. Pathologie chirurgicale
 NEVEU-
 LEMAIRE.. Parasitologie.
 LE LORIER ... Obstétrique.
 SCHWARTZ ... Pathologie chirurgicale
 VAUDESCAL ... Obstétrique.

IV. — Agrégés chargés de cours de clinique annexe à titre permanent

MM.
 ALAJOUANINE..
 AUBERTIN
 BRULE
 CPABROL
 DONZELOT ...
 DUVOIR
 LIAN
 PASTEUR-VAL-
 LERY-RADOT..
 SEZARY
 } Clinique médicale

MM
 BASSET
 BROcq
 CADENAT
 GATELLIER ...
 MOURE
 QUENU
 VELTER
 } Clinique chirurgicale
 ECALLE
 METZGER
 } Clinique obstétricale

V. — Chargés de cours

MM.
 CHAILLEY-BERT, agrégé
 LEDOUX-LEBARD
 RUPPE
 WEILL-HALLÉ

Education physique.
 Radiologie clinique.
 Stomatologie.
 Puériculture.

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

A LA MEMOIRE DE MON PERE

A MA MERE

A MES FRERES

LE DOCTEUR-VÉTÉRINAIRE Jean WILLEMIN

LE MÉDECIN-CAPITAINE FRANÇOIS WILLEMIN
Professeur agrégé du Val-de-Grâce

A MA SŒUR
ET A M. RENÉ CEREZ, INGÉNIEUR DES MINES

A MES AMIS

A NOTRE PRESIDENT DE THESE

MONSIEUR LE PROFESSEUR STROHL

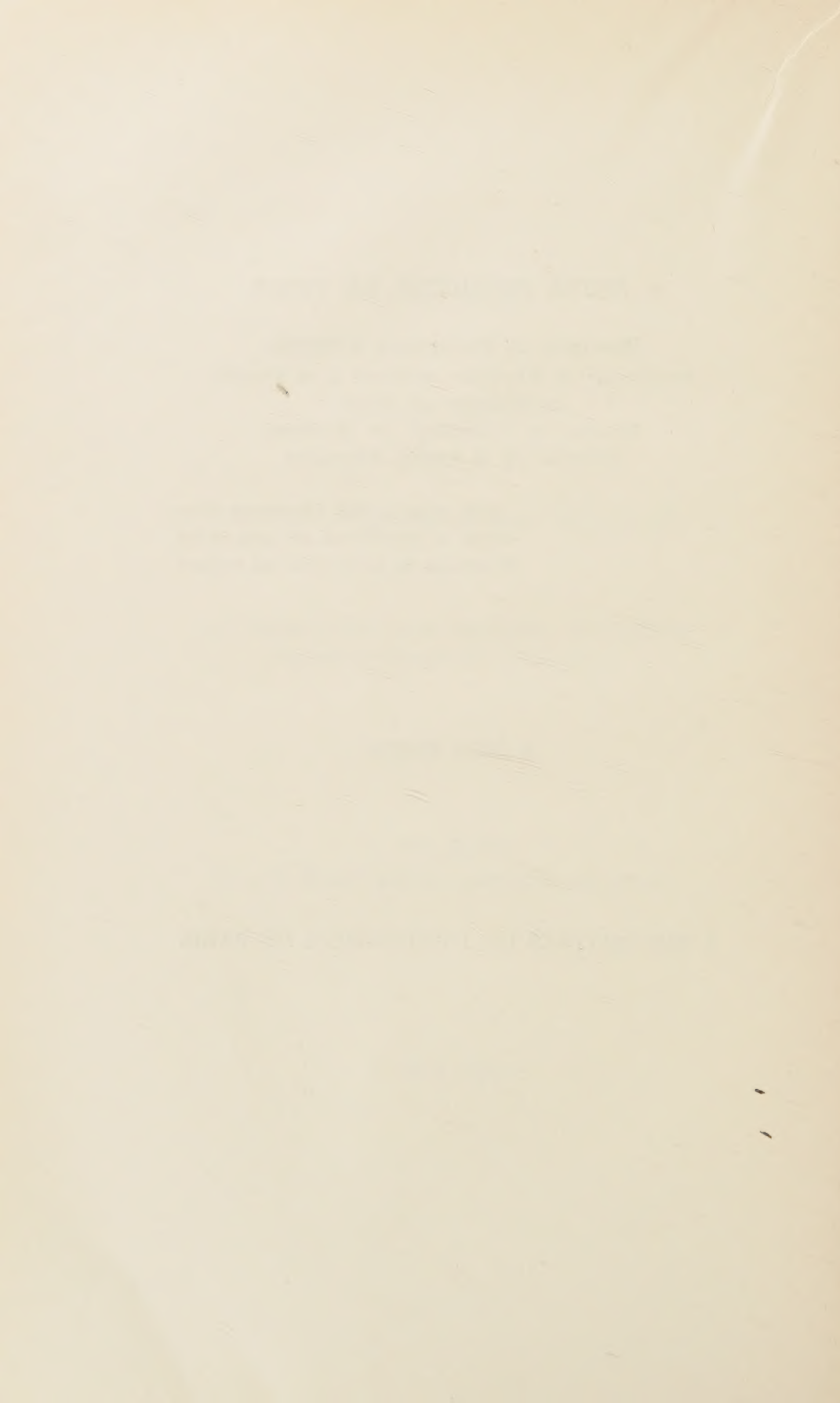
*Professeur de Physique médicale à la Faculté
de Médecine de Paris*

*Membre de l'Académie de Médecine
Chevalier de la Légion d'honneur*

Qui nous a fait l'honneur d'ac-
cepter la présidence de cette thèse.
Hommage de notre profond respect.

A NOS JUGES

A NOS MAITRES DE L'UNIVERSITE DE PARIS



Des Méthodes de Repérage Préalable en Radiographie Analytique

AVANT-PROPOS

Depuis les recherches fondamentales du savant polonais, Docteur KAROL MAYER, de l'ingénieur italien BAESE et du Français le Docteur André E.-M. BOCAGE — recherches échelonnées sur les trois premières années de la guerre — il est peu de problèmes et qui aient suscité autant d'études théoriques, reçu autant de solutions pratiques que la *radiographie analytique* et le *repérage préalable des plans de coupe*.

Depuis vingt ans, trente noms — que se partagent la France, la Hollande, l'Allemagne, l'Italie et les Etats-Unis — ont, sur ces seuls sujets, paraphé d'innombrables articles.

Les principes de la méthode, sa traduction technique et son application clinique en ont fait tour à tour le savant objet.

Et les publications ne cessent d'affluer...

C'est en raison de la multiplicité même, de la diversité des travaux consacrés à ces questions, que nous avons voulu — sur le conseil de M. le professeur STROHL — « faire le point » à leur endroit, des principes initiaux aux réalisations les plus récentes,

en insistant chemin faisant sur ce que le Docteur Bocage appelle si heureusement les méthodes pré-radiotomiques.

Puissions-nous y avoir réussi.

*
**

L'INTRODUCTION est consacrée à l'idée de la radiographie analytique et à celle de son corollaire, le repérage préalable.

La PREMIÈRE PARTIE, après l'exposé des principes fondamentaux qui sont la base même de la radiographie en coupe, rapporte un certain nombre de réalités techniques, pourtant bien établies, mais qu'il nous a paru d'autant plus nécessaire de rappeler que plusieurs des méthodes pré-radiotomiques ne sont qu'une adaptation scopique de la tomographie.

La DEUXIÈME PARTIE, enfin, étudie les méthodes actuelles de repérage préalable, stéréoradiologiques d'une part, radiotomoscopiques de l'autre et, à l'endroit de celles-ci, souligne les difficultés semées sur le chemin de cette idée d'avenir.

*
**

Notre reconnaissance respectueuse va à M. le Professeur STROHL, qui a bien voulu présider cette thèse et nous a guidé dans l'élaboration de ce travail ; — à M. le Professeur DIDÉE, du Val-de-Grâce, qui a bien voulu nous accueillir dans son service et nous faire profiter d'une science si sûre ; — aux auteurs, enfin, des méthodes récentes de repérage pré-radiotomique, de qui nous avons pu tenir les renseigne-

ments les plus précieux au lieu même de leurs travaux : M. le Professeur PONTIUS, de Lyon ; M. le Docteur BARDON, de Montceau-les-Mines ; M. VIOLETTE, de Lyon.

Nous faisons une place toute particulière au Professeur agrégé WILLEMIN, chef du service d'Electro-Radiologie de l'Hôpital Militaire Desgenettes, à Lyon, qui, dans toute l'élaboration de ce travail, accepta d'être, avec tant d'affectueuse sollicitude, notre très fraternel censeur.



INTRODUCTION

L'IDEE DE LA RADIOGRAPHIE ANALYTIQUE NECESSITE DU REPERAGE PREALABLE DU PLAN DE COUPE

La radiographie standard : image de sommation

En tant que sommation des ombres rencontrées par le faisceau radiant dans toute la profondeur de la zone explorée, la radiographie ordinaire peut être considérée comme une radiographie de synthèse où les détails d'une infinité de plans successifs viennent se rassembler sur la couche sensible. De là, naissent des images de juxtaposition et de superposition, des ombres agrandies ou déformées, et qui sont, à résoudre, autant de problèmes ardu : de simples bulles gazeuses du côlon viennent « manger » un contour vertébral ou simuler sur une vésicule biliaire opacifiée la plus vraisemblable des images négatives de lithiase. Au niveau des champs pulmonaires où chevauchent les éléments complexes du reticulum tramaire, « des zones de clarté anormales pourront disparaître si, sur leur trajet, les rayons

rencontrent des zones de densité exagérée. Des trac-tus pourront paraître se raccorder et donner des images circulaires ayant l'aspect de cavernes ».

Ainsi s'exprime le Médecin-Colonel BUFFÉ, l'un des pionniers de la radiographie analytique. De plus, toujours au niveau des champs pulmonaires, on connaît la « trahison » des plages juxta et sous-hilaires, tout particulièrement trompeuses avec leurs images de renforcement et d'intrication, le plus souvent à la frontière du normal et du pathologique, etc...

Juxtapositions, superpositions, ombres et clartés, vraies ou fausses, images insolites que corrige « miraculeusement » le simple déplacement du focus...

Autant de causes d'erreurs trop connues, trop nombreuses aussi pour que nous en passions la revue détaillée. Mais elles furent à la base des efforts à la fois tenaces et passionnés poursuivis depuis plus de vingt ans, pour résoudre ces deux problèmes : *l'effacement des ombres parasites et la localisation exacte du foyer pathologique.*

Les solutions, en vérité, n'ont pas manqué.

1. — Les incidences multiples

Née avec la radiologie elle-même, cette méthode est capable de définir parfaitement une topographie lésionnelle, à condition que l'élément pathologique présente un contraste suffisant pour être retrouvé sur la face et sur le profil. Il semble qu'elle soit trop

souvent méconnue. Et nous verrons, dans la seconde partie de cette thèse, tout l'appui qu'elle apporte aux techniques de radiologie moderne. Ainsi d'ailleurs que l'exploration sous incidences multiples (tangentiellles, clichés frontaux en antérieure et postérieure, vues obliques), d'une technique peut-être délicate, mais qui peut conduire devant une bonne interprétation, à une reconstruction dans l'espace particulièrement sûre.

2. — La stéréoradiographie

En restituant le relief la stéréoradiographie permet dans une certaine mesure, d'isoler un plan intéressant. L'image retenue est alors subjectivement repérée par rapport aux autres plans de la zone explorée.

Il n'est pas douteux qu'à la suite des travaux de Dioclès cette méthode, très correctement appliquée, ait donné les meilleurs résultats. Elle subit le lourd handicap de la subjectivité. Les impressions stéréoscopiques de l'observateur sont trop personnelles pour constituer un document objectif. Et, par surcroît, comme l'a écrit le Docteur BUFFÉ : « A l'inverse de ce qui se produit en photographie, la stéréoradiographie offre une perspective inversée et l'œil de l'observateur voit les plans les plus proches du film plus petits que les plans les plus éloignés. Bien que rendant d'utiles services dans certains cas, l'examen stéréoscopique ne peut parfois permettre par lui seul,

l'interprétation rigoureuse des clichés radiographiques. La nécessité s'impose donc d'éliminer autant que possible les ombres perturbatrices dont la superposition risque de masquer les éléments anatomiques, normaux ou pathologiques, qui permettent d'assurer le diagnostic. C'est l'idée de la représentation radiographique de *coupes planes* des organes soumis à l'examen ».

3. — La radiographie analytique

L'idée de la radiographie analytique fut donc d'isoler un plan bien défini en éliminant les images de tous les autres plans. Dès lors un foyer lésionnel, déjà perçu sur le cliché standard, pourrait être dégagé de toute superposition et, partant, se dessiner avec tous les caractères propres. Bien plus, une zone réfractaire à toute investigation de radiographie ordinaire du fait même des superpositions, pourrait prendre une surprenante individualité.

Ce but a été atteint.

Le principe de la méthode, — nous le reprendrons plus loin dans la première partie de ce travail — repose sur la possibilité géométrique d'obtenir, à des profondeurs réglables, *l'image de couches minces d'épaisseur variable*. Tous les plans parasites, antérieurs et postérieurs, subissent un effacement plus ou moins complet. Seule la couche « élue », supportant la lésion, est repérée en profondeur.

Autrement dit : *le foyer suspect se trouve localisé*

dans l'espace avec une précision quasi-mathématique.

On conçoit le puissant intérêt que devait susciter un résultat semblable, qui non seulement perfectionnait hautement l'étude d'organes et de lésions déjà largement prospectés, par la radiologie normale (champs pulmonaires : aspects cavitaires, opacités et coques pleurales, etc...), mais encore ouvrait au clinicien de vastes territoires encore inexplorés : le massif pétreux, le sphénoïde, les premières vertèbres cervicales, etc...

Et à ce propos même, nous avons observé dans le service du Professeur DIDIÉE les images d'une micro-caverne inféro-postérieure et interne qui, sur l'image standard, se trouvaient complètement éclipsées par l'ombre de l'oreillette droite...

Nécessité du repérage préalable du plan de coupe

Mais toute médaille a son revers. Et, dès le début de son règne, la radiographie analytique fut l'objet de critiques sévères : « Procéder par empirisme, disait-on, à des coupes successives dont l'épaisseur pratique est de l'ordre du centimètre, est une méthode *aveugle, lente, onéreuse* ».

Le reproche était grave, d'autant qu'en dehors de cas comparables à celui que nous rapportons ci-dessus (où le clinicien n'est « aveugle » qu'en désespoir de cause) il se justifie bien souvent : la méthode ainsi

comprise est en effet à la fois aveugle, lente et onéreuse.

Aussi, depuis quelques années, la radiographie analytique s'est-elle « complétée » des techniques du *Repérage préalable*, techniques *rapides*, peu coûteuses, qui permettent de situer avec aisance l'espace restreint où devront se placer les plans de coupe, et que nous étudierons comme un corollaire à la radiographie analytique elle-même, d'autant qu'en bien des cas elles procèdent des mêmes principes géométriques.

PREMIERE PARTIE

CHAPITRE I^{er}

LA RADIOGRAPHIE ANALYTIQUE

1. — Principe de la méthode

Le Docteur BOCAGE, dans le brevet qu'il prit en 1921, expose ainsi le principe de la méthode :

« Le procédé qui fait l'objet de l'invention consiste à déplacer pendant la pose la plaque sensible et le tube radiogène, en leur imprimant des mouvements continus, coordonnés par un mécanisme, de telle sorte qu'on ne radiographie qu'un seul plan choisi dans le sujet, l'image de ce plan apparaissant seule avec netteté sur le cliché, les autres plans n'y laissant pas de traces précises.

« Les dispositifs d'ensemble destinés à réaliser ce procédé sont les suivants : le focus du tube radiogène est rendu mobile dans l'espace ainsi que la plaque sensible ; cette dernière ne peut recevoir que des mouvements de translation. Tous deux sont reliés par un mécanisme tel que leurs dépla-

« cements élémentaires soient toujours synchrones,
« parallèles, de sens opposé et dans un rapport de
« grandeur constant.

« Dans ces conditions, *il existe entre eux dans l'es-*
« *pace un seul plan fixe* dont chaque point a tou-
« jours pour ombre un même point de la plaque :
« donc *seuls* les organes contenus dans ce plan ont
« une radiographie nette et vigoureuse. Les autres
« organes ne donnent que des ombres diffuses, pou-
« vant altérer partiellement l'intensité de la pre-
« mière image, mais sans y ajouter de nouvelles
« lignes, car chacun de leurs points a une ombre
« d'autant plus mobile sur la plaque qu'il est plus
« éloigné du plan et que les mouvements du tube
« sont plus étendus.

« La courbe de déplacement du focus pourra être
« quelconque, mais il est préférable qu'elle couvre
« une grande étendue d'un mouvement régulier. La
« main de l'opérateur ou un mécanisme approprié
« lui fera tracer par exemple une spirale ou une
« série de traits parallèles ».

Selon le type de mouvement imprimé au foyer et au film, le Docteur BOCAGE décrit en outre trois montages distincts : le premier donne au couple ampoule-film un déplacement de forme quelconque dans des plans parallèles. Le second prévoit un mouvement circulaire dans des plans parallèles, la liaison entre les trois plans se faisant par manivelle. Le troisième enfin comporte un déplacement quelconque sur deux surfaces sphériques se regardant par leur concavité, la liaison étant assurée par tringle sur cardan.

Ainsi le déplacement de l'ampoule et du film est simultané et coordonné durant la pose. Et, dans le plan des éléments-pivots du mouvement inversé, chaque point aura toujours pour ombre un même point de la plaque. Ce plan privilégié est le *plan de coupe*, de netteté maxima. Les autres plans, antérieurs ou postérieurs, deviennent illisibles par estompage, le flou étant d'autant plus marqué qu'ils sont plus éloignés du plan de coupe.

2. — Justification théorique par les données d'homothétie

Lorsque les quatre conditions de synchronisme, de parallélisme, de trajectoire en sens opposé et dans un rapport constant sont assurées quant au déplacement du focus et du film, il est aisé de démontrer que tous les points du plan privilégié offrent une grande netteté sur le cliché tandis que l'image de tout point situé en dehors de ce plan suit un déplacement et, partant, apparaît grisailée et floue.

Soit un objet opaque punctiforme O situé à égale distance entre le plan de rotation du foyer et celui du film (fig. 1). Sur le film immobile la trace laissée par O sera un cercle de diamètre D égal à celui du cercle décrit par le foyer, et O devient le centre d'homothétie (le rapport d'homothétie étant de 1) — si, au contraire, le film décrit un cercle de diamètre D, d'un mouvement décalé de 180° par rapport au mouvement de F, l'image de O sera nette,

punctiforme, comme si la radiographie eut été prise dans des conditions banales.

Plaçons maintenant le point opaque en O_1 , au tiers de la distance des deux plans de rotation. Si le film reste immobile, l'image de O_1 décrit un cercle de diamètre $D/2$ puisque le rapport d'homothétie est de $1/2$.

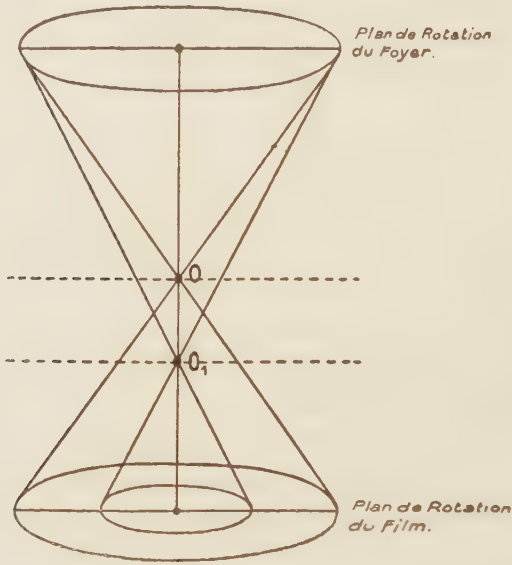


FIGURE 1.

Dans ces conditions, l'image nette de O_1 est obtenue si l'on donne au film un mouvement circulaire de diamètre $D/2$, etc...

Ainsi, pour toute position du point-objet O répond une amplitude bien définie du mouvement du film : condition évidente de la netteté de l'image.

Dès lors, on conçoit que si l'objet est fixe, il suffit d'amener le centre d'homothétie dans le plan privilégié, ce qui définit du même coup la seule amplitude du mouvement qui convienne au plan du cliché. Toute autre amplitude donnerait, relativement au film, un déplacement du point-image.

3. — Les théorèmes de Rosselet

— THÉORÈME PREMIER :

A) *Pour un même déplacement de l'ampoule, le déplacement de l'image d'un point O situé sur l'axe de rotation du foyer et dans le plan de coupe, est égal à celui de l'image de tout point O' situé en dehors de cet axe, mais encore dans le plan de coupe.*

Prenons pour plan de figure (fig. 2) le plan passant par l'axe de rotation du Foyer et le point O'. Soient F_1 et F_2 les deux positions possibles et opposées du foyer dans un tel plan, et P_1 et P_2 la trace de la position du film répondant à F_1 et F_2 . Si l'ampoule est en F_1 l'image de O se fait en I_1 et celle de O' en I_1' . Pour le foyer en F_2 les images respectives de O et de O' sont I_2 et I_2' .

Il faut démontrer que $I_1 I_2 = I_1' I_2'$.

Appelons H la distance plan du foyer-plan de coupe et h la distance plan de coupe-plan du film. La similitude des triangles $F_1 O F_2$ et $I_1 O I_2$ nous permet d'écrire :

$$\frac{F_1 F_2}{I_1 I_2} = \frac{H}{h}$$

d'où :

$$I_1 I_2 = \frac{F_1 F_2 h}{H}$$

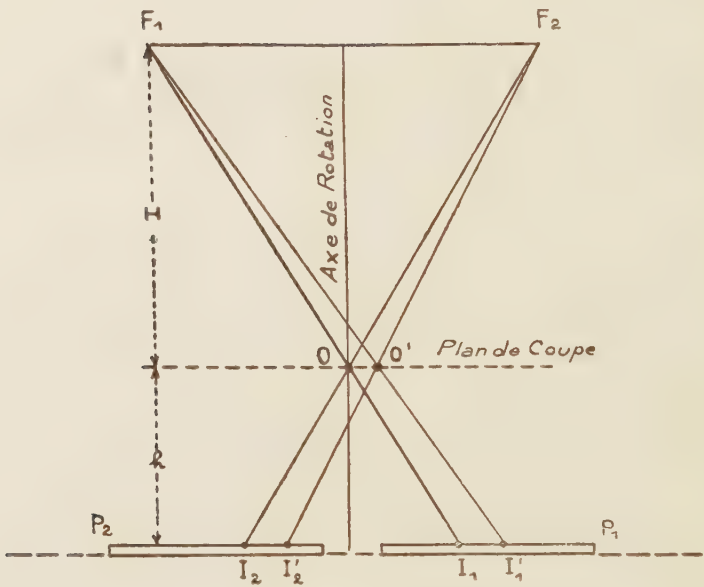


FIGURE 2.

Par ailleurs, de la similitude des triangles $F_1 O' F_2$ et $I'_1 O' I'_2$ il résulte :

$$\frac{F_1 F_2}{I'_1 I'_2} = \frac{H}{h}$$

d'où :

$$I'_1 I'_2 = \frac{F_1 F_2 h}{H}$$

Ainsi $I_1 I_2 = I'_1 I'_2$.

Autrement dit: l'image d'un point quelconque O' du plan de coupe présente le même déplacement que l'image du point axial O . Et, dans ces conditions, si le déplacement du film est tel que l'image de O soit nette sur le cliché, tous les autres points du plan privilégié seront nets également.

— THÉORÈME SECOND :

B) *Pour un même déplacement de l'ampoule, le déplacement de l'image d'un point O'' non situé dans le plan de coupe n'est plus égal à celui du film.*

Une construction graphique très voisine de la précédente permet en effet de démontrer fort aisément que l'image de O'' n'est plus unique sur le film pour toutes les positions de F . Nous ne surchargerons pas le texte de cette démonstration évidente mais notons, dès maintenant, *que le plan de coupe répond géométriquement à un véritable plan, infiniment mince.*

Géométriquement s'entend, car pratiquement, nous le verrons plus loin, la « coupe » répond en fait à une lame dont l'épaisseur (variable d'ailleurs avec l'amplitude des mouvements imprimés au système), est loin d'être négligeable.

4. — Rappel sur l'effacement

De plus, il n'est pas possible d'échapper complètement à la « sommation » des images floues des plans sus et sous-jacents. Les ombres larges et denses

persistent pour une part en dépit de bien des artifices.

C'est là le deuxième problème que pose la radiographie analytique : l'EFFACEMENT.

Problème complexe dont la solution rigoureuse permettrait — idéalement — de toucher à la perfection des images.

Pour GROSSMANN les deux facteurs de l'effacement sont l'*intensité* et la *forme*.

L'INTENSITE est fonction des *dimensions*, de la *nature* et de la distance (par rapport au plan de coupe) de l'opacité considérée, ainsi que de l'amplitude de la trajectoire du foyer.

Quant à la FORME de l'effacement, elle est liée aux modalités du déplacement focal.

Pour le Docteur Buffé, l'*homogénéité* de l'effacement général est fonction de l'uniformité du mouvement imprimé au système. En second lieu, la pose tout entière doit être effectuée quand le régime de déplacement est établi.

Ceci posé, voyons quels sont les principaux obstacles soulevés par le problème de l'effacement :

A) PETITES OPACITÉS.

Il est facilement obtenu avec les diverses trajectoires (déplacements linéaire, circulaire ou spirale) même lorsque ces opacités siègent dans des plans très voisins du plan de coupe.

B) OPACITÉS OBLONGUES, DE VOLUME MOYEN.

La forme de la trajectoire est ici un facteur important de l'effacement général :

a) Dans les *trajectoires rectilignes* l'effacement d'opacités sensiblement linéaires, telles que les côtes, n'est efficace que si les ombres sont orientées perpendiculairement au sens du déplacement, ou du moins très obliquement. Les images parasites disparaissent pratiquement si l'amplitude est suffisante. Au contraire, si l'orientation de l'ombre est parallèle au déplacement, des traînées de striation subsistent.

b) Les déplacements *circulaires* ou en *spirale* effacent proportionnellement à l'éloignement du plan de coupe.

Une ombre linéaire laisse deux traces régulièrement espacées, mais peu gênantes.

C) OPACITÉS VOLUMINEUSES.

Dans ces cas l'effacement demeure très incomplet. Selon la valeur du rapport d'homothétie, l'ombre sera uniformément atténuée, ou bien elle présentera une zone centrale très sombre (répondant au cône d'ombre irréductible) avec pénombre périphérique.

GROSSMANN et ROLAND — le premier en Allemagne — qui ont parallèlement étudié cette question, sont arrivés à une conclusion identique : l'effacement dépend de l'amplitude maxima du mouvement et ce, quelle que soit la forme du déplacement.

5. — L'épaisseur de coupe

a) Mathématiquement parlant, et quelle que soit l'amplitude communiquée au système, une image de netteté absolue ne peut être que celle d'un plan-objet *infiniment mince* (théorèmes de ROSSELET). Il peut donc paraître illogique d'utiliser ces termes de langage courant : coupe mince, coupe épaisse. En réalité, nous avons vu que dans la pratique il est impossible d'éliminer totalement les ombres parasites des plans les plus voisins du plan privilégié.

Certes, les opacités éloignées du plan de coupe sont fortement dispersées au cours de la projection : floues, elles sont peu gênantes. Par contre, les éléments situés dans le voisinage immédiat du plan privilégié subissent un déplacement à peu près négligeable et leurs images conservent une netteté encore très remarquable.

De sorte qu'aucune frontière strictement définie ne saurait être exactement tracée entre l'image du plan de coupe théorique choisi et celle des plans voisins.

De l'une à l'autre le passage est progressif.

Dès lors, il faut s'entendre sur le terme courant d'« épaisseur de coupe ». Et pour reprendre l'excellente définition proposée par le professeur DIDIEE, nous dirons : « C'est de la marge utilisable pour l'œil entre la netteté parfaite et le flou tolérable que dépend ce que l'on appelle l'épaisseur de coupe ».

b) A l'issue de ces quelques considérations, il semblerait qu'on pût appliquer à la radiographie analy-

tique le reproche fait communément à la radiographie normale : d'impliquer le processus de *sommation*.

A la vérité, la radiographie en coupe est aussi une radiographie de synthèse mais à un degré tellement moindre qu'on ne saurait lui faire grief de ne pas atteindre à une perfection impossible.

« L'image mise au point, a écrit le Professeur DIDIÉE, apparaît donc comme une image « moyenne » qui ne sera jamais parfaitement nette du fait que certains de ses éléments subissent un commencement d'estompage ».

c) *L'épaisseur de coupe* — encore que notion assez arbitraire — est donc une réalité. Elle est de l'ordre du demi-centimètre, du centimètre et plus. Peut-on modifier cette épaisseur à loisir, selon les besoins, et en particulier pour échelonner correctement en profondeur les lames successives d'exploration ?

L'amplitude du déplacement focal joue ici un rôle capital : *la couche obtenue est d'autant plus mince que l'amplitude est plus grande.*

L'emploi systématique des grandes amplitudes apparaîtrait donc comme logique dans la recherche des couches minces où les effets de sommation, théoriquement, seraient réduits au minimum. Mais là encore, l'expérience nous convie à plus de modération : car toute diminution de la marge de netteté s'opère aux dépens des contrastes.

Si bien qu'en fin de compte il faut nous satisfaire d'un compromis : *une épaisseur de coupe moyenne.*

CHAPITRE II

HISTORIQUE ET APPAREILS

A. — Rappel historique

L'histoire de la radiographie en coupe est dominée par deux étapes principales : après des essais de mobilisation de l'ampoule, elle se complète par l'introduction d'un mouvement imprimé au film, mouvement homothétique par rapport à celui du foyer.

Dans l'ordre chronologique, il convient de citer, en premier lieu, le professeur docteur KAROL MAYER, de Poznan, qui, dans une monographie publiée en 1916 chez Gebethner, à Cracovie, décrit sous le titre de « *Diagnostic différentiel radiologique des affections du cœur et de l'aorte* », une méthode d'effacement des ombres parasites par mobilisation de l'ampoule. Mais son procédé laisse la plaque immobile, et, de ce fait, la plus grande part des éléments se trouvent plus ou moins effacés, sauf ceux au contact immédiat de la plaque.

Pendant la grande guerre, l'ingénieur italien BAESE établit un appareil basé sur le même principe, dont il se sert pour le repérage et la localisation des projectiles.

Beaucoup plus tard, Alessandro VALLEBONA, italien également, devait imaginer une excellente méthode, qui bien que ne répondant pas aux conditions géométriques du problème, se prêtait à une double combinaison : rotation du système rigide ampoule-plaque (le sujet restant immobile), ou bien rotation du sujet (le focus et le film demeurant fixes). Et, de la sorte, en utilisant des angles de rotation très petits, il obtenait de bonnes images du plan de coupe, encore que la netteté des zones marginales fût défectueuse.

Dans le même temps, BOZETTI, en imprimant au film un mouvement de rotation synchrone à celui du sujet, mettait au point le procédé — étudié géométriquement par BISTOLFI — et réalisé sous le nom de Stratigraphie.

Mais le véritable précurseur de cette étape brillante de la radiographie analytique est le Français André E.-M. BOCAGE : dès 1917 il imaginait un procédé permettant d'isoler radiographiquement une région d'élection pathologique. Et après la mise au point de son dispositif, il décrivait dans son brevet de 1921 — dont nous avons rapporté plus haut les termes principaux — les principes mêmes et qui sont à la base des appareillages les plus modernes. Malheureusement, « après des essais malheureux avec un appareil mal construit par un autre, le docteur BOCAGE devait abandonner ses recherches » (DELHERM et PREUX).

Et, l'année suivante, en Hollande, le Docteur ZIEDESSES DES PLANTES retrouvait, sans en avoir eu connaissance, l'un des systèmes de déplacement du Doc-

teur BOCAGE et construisait le prototype du PLANIGRAPHE.

Depuis, nous l'avons vu, les diverses méthodes de radiographie analytique ont fait l'objet d'innombrables travaux : parmi les expérimentateurs qui se sont attachés à leur étude autant théorique que technique, citons en Italie BALESTRA et MARAGLIANO ; en Hollande, outre ZIEDSES DES PLANTES, BARTELINK ; en Allemagne, CHAUL, GROSSMANN, OTT VOGT, FRICK, KREMER, BERG et BOTH ; en France, les Docteurs MOREL-KAHN, J. BERNARD, BUFFÉ. Le Professeur DIDIÉE devait à son tour, dans un remarquable rapport, apporter une large contribution à cette technique moderne.

B. — De quelques réalisations pratiques

La condition nécessaire et suffisante pour obtenir l'image d'un plan de coupe est, nous l'avons vu, l'entraînement de l'ampoule et du film selon des trajectoires exactement homothétiques, trajectoires qui peuvent être soit linéaires, soit contenues dans un plan.

a) TRAJECTOIRES LINÉAIRES.

Le TOMOGAPHE de GROSSMANN et CHAUL, dans lequel l'ampoule et le film sont entraînés par les extrémités du bras d'un pendule, utilise *l'arc de cercle*.

L'APPAREIL DU DOCTEUR BUFFE, construit de toutes pièces par l'auteur, de même que le STRATIX, utilisent *la ligne droite*.

Rapprochons de ces deux trajectoires linéaires celle, sinusoïdale, utilisée dans les divers appareils de BARTELINK et OTT.

b) TRAJECTOIRES CONTENUES DANS UN PLAN.

1° Le BIOTOME du docteur BOCAGE, qui répond au deuxième type du brevet initial de l'auteur, utilise la trajectoire *circulaire*. Malade debout.

2° Le PLANIGRAPHE de ZIEDSES DES PLANTES prévoit un mouvement circulaire et un mouvement spiral. Le déplacement homothétique est imprimé au chariot porte-cassette par une bielle mobile autour d'un point fixe. Pratiquement, en raison des plus grandes commodités mécaniques, la spirale est remplacée par une courbe épicycloïdale. Malade couché.

Telles sont — simplement rappelées « pour mémoire » — les diverses réalisations pratiques, et qui ont conditionné la terminologie toute neuve de la radiographie analytique : les mots *stratigraphie*, *planigraphie*, *tomographie*, ont désormais leur place dans le vocabulaire médical.

Mais répondent-ils à des indications bien définies ?

Voilà ce qu'écrit ROLAND : « Seul, le radiologiste peut juger, d'après l'objet à examiner, en se souvenant que la clef est dans la confrontation des trois termes : volume des éléments remarquables, leur distance au plan de coupe, valeur de l'amplitude du déplacement du foyer. Donnons-en deux exemples : pour une radiographie où l'on risque d'être gêné par des résidus d'éléments volumineux, il sera préférable d'employer une trajectoire d'allure linéaire. Au

contraire, pour une coupe d'une région telle que le crâne, qui comporte des cloisons, la méthode de ZIEDSES DES PLANTES est préférable, parce qu'elle efface dans toutes les directions et annule les inconvénients résultant de l'existence d'une direction privilégiée.

DEUXIEME PARTIE

LES DIVERSES METHODES DE REPERAGE PREALABLE

Si les divers procédés qui permettent d'obtenir la radiographie d'un plan de coupe donnent de fort notables résultats, ils pâtissent néanmoins, nous l'avons vu, d'un sérieux handicap : *l'impossibilité de repérer préalablement le plan de coupe cherché.*

Servitude particulièrement grave en vérité, qui ferait de la radiographie analytique — pour reprendre les termes mêmes de ses critiques — une méthode *empirique, aveugle, lente et onéreuse.*

Aussi, depuis les premières années mêmes de l'introduction en clinique de la radiographie analytique, de nombreux auteurs se sont-ils efforcés d'y remédier, principalement en ce qui concerne les cas, fréquents, où les classiques incidences multiples ou tangentielles se révèlent insuffisantes à préciser le diagnostic.

Ainsi, sont nées diverses méthodes de repérage, rapides et peu coûteuses il va de soi, et que BOCAGE dénomme « méthodes de localisation préradiotomique ».

Parmi toutes celles qui furent proposées, les unes ont fait leurs preuves, d'autres, très récentes encore, sont réduites aux essais d'un prototype ou même, vieilles de quelques mois à peine, n'ont qu'une existence théorique.

Voici comment nous nous proposons de les classer en vue de leur étude :

Chapitre I

LES MÉTHODES STÉRÉORADIOLOGIQUES :

- I. — La stéréoradiographie.
- I. — La stéréoradioscopie.
- III. — La méthode stéréoautographique.
- IV. — La sériescopie.

Chapitre II

LES MÉTHODES RADIOTOMOSCOPIQUES :

- I. — La planiscopie.
- II. — La radiophotographie.
- III. — La stratiscopie.
- IV. — La localisation préradiotomique de Bocage.
- V. — La tomoscopie.

CHAPITRE I

LES METHODES STEREO RADIOLOGIQUES

I. — LA STEREO RADIOGRAPHIE

L'examen de couples stéréoradiographiques, pratiqué suivant une technique correcte, donne des indications topographiques précises. On peut donc espérer apprécier par cette méthode la profondeur d'une lésion, et il est naturel de penser à cette technique comme première méthode de repérage préalable. On sait que les deux radiographies sont prises de deux points de vue différents (distants de 6 cm en moyenne).

La prise du couple est assez minutieuse, mais des appareils comme celui de DIOCLÈS procèdent automatiquement à toutes manœuvres nécessaires, et ce, en moins d'une seconde.

Le couple est monté sur un stéréoscope (de HIRTZ, de WHEASTSTONE, etc...), et l'œil droit observe l'image prise par la position de droite de l'ampoule, tandis que l'œil gauche est fixé sur celle qui répond à la position de gauche du focus.

Le relief est restitué certes, mais plus ou moins correctement, nous l'avons vu.

Par surcroît, le sens stéréoscopique de chaque observateur intervient pour une large part dans toute interprétation. Ce qui, dans l'emploi de la méthode, implique une certaine réserve.

II. — LA STEREORADIOSCOPIE

a) Le PRINCIPE de cette technique est celui de la stéréoscopie ordinaire : obtenir deux vues perspectives différentes d'un objet à examiner dans des conditions correspondant le plus possible à celles de la vision normale ; puis ,à l'aide d'un dispositif optique, faire correspondre à chaque œil une des vues perspectives. Le fusionnement des impressions rétiniennes donnera la sensation du relief.

Si à l'œil droit correspond la vue droite, c'est l'*orthostéréoscopie*, et l'on restitue le relief qui serait perçu à partir des points de vue.

Si à l'œil droit correspond la vue gauche, c'est la *pseudo-stéréoscopie*, et le relief se trouve inversé : on a la même impression que si l'on observait l'objet à examiner dans une position symétrique des points de vue par rapport à l'objet.

Notons que dans le cas de la radiographie et de la radioscopie, il est avantageux de rechercher une vision pseudostéréoscopique. En effet, tout se passe comme si l'observateur fusionnait des images orthoscopiques prises de sa position même, c'est-à-dire face au malade, ce qui est la position d'examen normale.

En orthoscopie, au contraire, l'observateur aurait

l'impression du relief qu'il obtiendrait en faisant sa visée de la position des ampoules.

L'application du principe de la stéréoscopie à la radioscopie, simple en théorie, est de réalisation pratique difficile.

On projette sur un seul écran radioscopique les deux images droite et gauche ; un dispositif optique doit alors séparer l'image droite de l'image gauche et faire correspondre à chaque œil l'image qui convient. Ce problème a été particulièrement bien résolu par les recherches du docteur BARDON, de Montceau-les-Mines, à l'obligeance duquel nous devons les précisions suivantes sur la mise au point très récente de son appareillage prototype.

b) LE DISPOSITIF OPTIQUE.

Supposons qu'à l'aide d'un dispositif périodique de période T nous fassions se succéder sur l'écran les images droite et gauche. Il est facile, à l'aide d'obturateurs synchrones de même période T et convenablement mis en phase, de ne laisser voir que l'image droite à l'œil droit, et l'image gauche à l'œil gauche (orthoscopie).

T

Si maintenant nous avançons d'une alternance —

2

chacun des obturateurs, nous allons faire correspondre à l'œil gauche l'image droite et à l'œil droit l'image gauche (pseudoscopie).

Si, d'autre part, la période T se trouve inférieure à la période de persistance des impressions lumi-

neuses, nous obtiendrons de l'objet examiné une vision radioscopique en relief exempte de clignotement. Le synchronisme des obturateurs est obtenu par un dispositif extrêmement ingénieux : le viseur synchrone du docteur BARDON.

c) LE DISPOSITIF RADIÉLOGIQUE.

Etudions maintenant le dispositif radiologique périodique qui va donner sur l'écran les images successives droites et gauches. Parmi les solutions que l'on pouvait envisager, le docteur BARDON s'est arrêté à la plus simple et à la fois la plus ingénieuse. Aux bornes de son transformateur, sur alternatif 50 périodes, le docteur BARDON branche deux ampoules COOLIDGE tête-bêche ; c'est-à-dire qu'à une même borne du transformateur sont reliées l'anticathode de l'une et la cathode incandescente de l'autre.

Il est clair qu'au cours de chaque période chaque ampoule sera excitée, l'une pendant l'alternance positive, l'autre pendant l'alternance négative. Ainsi, sur l'écran radioscopique et pendant chaque seconde, nous aurons 50 images droites et 50 images gauches. Le viseur synchrone sélectionnera ce qui doit revenir à chaque œil. Et comme la période propre des images est inférieure à la période de persistance des impressions lumineuses, on aura une image radioscopique, en relief, exempte de tout scintillement.

d) INDICATIONS DE LA STÉRÉORADIOSCOPIE.

Un tel dispositif apparaît particulièrement intéressant. Certes, il exige un sens stéréoscopique suffisant,

mais il n'expose pas, comme en stéréoradiographie, aux déceptions liées à un couple non recevable lorsque le sujet a bougé entre les deux prises de cliché.

Ses indications majeures semblent devoir être la localisation des corps étrangers et leur extraction sous écran, car en ce qui concerne les parties molles, elles ne présentent — au moins dans l'état actuel de la technique — que des contrastes insuffisants.

A l'actif de la stéréoradioscopie, notons néanmoins que le passage de pseudo en orthoscopie — qui conserve les diamètres apparents — permet de confirmer très aisément la situation de certains détails.

III. — LA STEREOAUTOGRAPHIE (D^r Thiel)

« La méthode stéréoautographique de THIEL reconstitue par un procédé purement graphique, non plus une couche parallèle au plan de projection, mais une section perpendiculaire ou oblique à ce plan. Elle exploite d'une façon très ingénieuse des propriétés des projections à points de vue multiples. Partant d'un couple stéréographique exécuté avec précision, elle permet de reconstituer en vraie grandeur les positions respectives des points remarquables d'une section plane perpendiculaire ou oblique, en feuillets de livre, passant par les deux points de vue ou par un seul. Un dispositif simple, conçu par l'auteur, objective les rayons générateurs et leurs points d'intersection ; et permet, en peu de

temps, d'exécuter le dessin du plan désire. » (Professeur DIDIÉE).

On devine tout l'intérêt qui s'attache à l'obtention d'une section transversale schématique en vraie grandeur : c'est le guide sûr de l'exploration radiotomographique. « Ce document certain, écrit le docteur THIEL, est tout à fait différent d'une image virtuelle, d'interprétation souvent difficile et qui échappe à la mémoire. »

On réalise à l'aide d'un châssis transposeur avec changement de position du foyer un couple stéréographique sur film standard. Ce couple stéréographique va permettre de réaliser autant de coupes des plans qui passent par les deux points de vue qu'on le peut désirer. Et d'ailleurs, si l'on ne dispose pas de châssis transposeur, on peut encore monter de façon convenable un couple stéréographique ordinaire sur négatoscope.

Une fois ce montage exécuté, on choisit le plan de coupe par sa trace sur le stéréoradiogramme. A l'aide d'un dispositif ingénieux, la restitution peut être obtenue immédiatement et très simplement. On repère sur chacun des stéréoradiogrammes les points remarquables du plan de coupe — par exemple dans le cas du thorax, les pointes des apophyses vertébrales, les coupes de côtes, de clavicule, et les points remarquables des lésions.

Ainsi, « on a de quoi restituer en deux minutes ou moins avec l'habitude, la section de la cage thoracique. La lésion — caverne ordinairement — est repérée par ses bords interne et externe et, s'il se

peut, par quelques points de densité atypique, toujours sur la trace du plan. On peut mesurer la distance des bords interne et externe de la caverne par rapport au plan postérieur. On peut juger ainsi de la localisation par rapport à la paroi rigide et au médiastin ». (Docteur THIEL).

Les seuls points repérés sur la trace du plan et rien que sur cette trace vont suffire à dessiner la coupe. En effet, on va pratiquer le rabattement du plan de section que l'on désire autour de la ligne des foyers. Ce rabattement est très simple dans le cas où la lésion à lire et à dessiner se trouve dans le plan debout qui passe par les foyers. C'est ce cas qui est représenté sur le schéma du négatoscope stéréoautographique du docteur THIEL (fig. 3).

La trace du plan debout que l'on va rabattre est la ligne L. A une distance de cette ligne égale à la distance foyer-plaque encore appelée *distance principale*, se trouve une ligne qui lui est parallèle, supportant trois pivots. Le premier O correspond à la position relative du foyer par rapport à la trace du cliché C_1 , donnée par la ligne L sur le négatoscope. Le deuxième A_2 correspond à la position relative du foyer par rapport à la trace du cliché C_2 , trace donnée par la ligne L sur le négatoscope. Une *translation* substituant C_1 à C_2 amènerait O en A_1 . Ce troisième point remarquable « répète » donc la position du foyer O pour le cliché C_2 .

De A_2 , part une réglette G qui va être amenée sur les points remarquables du cliché C_2 . De O part une deuxième réglette D_1 , qui va être amenée sur les

points remarquables identiques et conjugués du cliché C_1 . Le mouvement de cette deuxième réglette est répété par une réglette D_2 , fixée en A_1 , et assujettie à rester parallèle, constamment, à D_1 , par un système de parallélogramme.

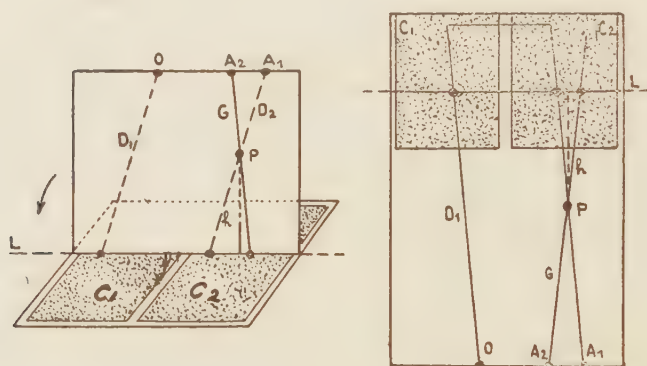


FIGURE 3. (D'après le docteur Thiel.)

Lorsque D_1 et G se trouvent placés sur des points conjugués, l'intersection de D_2 et de G donne la position réelle du point visé.

Examinons maintenant le cas où il faut faire une coupe au-dessus et au-dessous du plan debout. Dans ce cas, on fait le rabattement du plan oblique partant des points de vue vers la région intéressante et laissant sur le film une trace parallèle à la trace du plan debout. Ce rabattement une fois effectué permet de relever la position réelle de la région considérée.

Et, de la sorte, on peut construire une infinité de coupes à partir d'un couple stéréoscopique.

Une autre solution consiste à utiliser une réglette stéréométrique graduée permettant une lecture rapide des profondeurs et donnant directement la distance d'un point au plan du film dans le plan de coupe, par la lecture des écartements de ces deux points de projection.

Le docteur THIEL s'est préoccupé de fournir des gages de la sincérité géométrique de ses restitutions. Il enregistre le pied du rayon normal à chaque épreuve et repère la distance principale (foyer-film) ainsi que la distance au plan d'appui ; données qui sont importantes au point de vue des corrections, le cas échéant.

Pour cela, il enregistre en même temps que la radiographie l'ombre des angles d'un rectangle (corne d'un étrier adapté au thorax) de dimensions connues et monté normalement au plan du film. Outre qu'il facilite le montage pour la restitution, l'ensemble permet des mesures à la règle, immédiates, même dans le cas d'ampoules protégées à foyer invisible.

Mais il est encore possible d'aller plus loin. Le docteur THIEL parvient à réaliser à l'aide d'un couple stéréoradiographique une section *frontale*. La lecture des points conjugués se fait par l'emploi de repères mobiles (de MARIE et RIBAUT) dont le fantôme apparaît au stéréoscope. En éclairant alternativement les deux clichés, par métronome, on voit un seul plan

fixe, celui donné par le couplage des index conjugués, dans une image dansante.

Ainsi, la méthode de THIEL, avec pour simple point de départ un couple stéréoscopique, permet une exploration sûre et rapide susceptible de fixer avec une haute précision le plan de coupe supportant la lésion remarquable.

IV. — LA SÉRIESCOPIE

La sériescopie est une méthode dérivée à la fois de la planigraphie et de la stéréoradiographie. Elle consiste à reconstituer une infinité de vues planigraphiques à partir de plusieurs films pris dans des positions caractéristiques choisies le long de la trajectoire planigraphique du tube, cette trajectoire étant supposée circulaire.

Si l'on fixe le tube dans quatre positions successives aux extrémités de deux diamètres perpendiculaires, par exemple, on obtient quatre points de vue différents. Les quatre clichés résultants contiennent des éléments communs qui serviront à reconstituer les images de tous les plans parallèles au plan du film.

Précisons bien : dans la planigraphie, le film est en mouvement afin que tous les éléments du plan coupé restent immobiles sur lui et donnent une image nette.

En sériescopie, les quatre films successifs sont

immobiles et l'image des éléments d'un même plan se trouve déplacée.

Si l'on superpose les quatre films, il est aisé de se rendre compte que par un glissement judicieux on pourra ramener en coïncidence et successivement tous les éléments communs de tous les plans, depuis le plan tangent au film jusqu'au plan le plus éloigné.

Remarquons que le nombre des films n'est limité à quatre que pour des raisons de commodité. Théoriquement, il est parfaitement possible d'utiliser un plus grand ou un plus petit nombre de films (le minimum étant évidemment de deux, répondant à des points de vue opposés), mais il est évident que le brouillage des plans parasites et la netteté du plan choisi sont d'autant meilleurs que le nombre des clichés élémentaires augmente. Toutefois, l'on comprend que l'augmentation du nombre des clichés amène rapidement un accroissement de la densité optique de l'ensemble et qu'il faille se résigner à un compromis, une moyenne.

Le procédé original tel que l'a décrit ZIEDESSES DES PLANTES supposait la prise de cinq clichés : le cinquième, central. Au moment de l'examen, on déplace les quatre clichés périphériques et le cliché central reste immobile. A celui-ci on renonce pratiquement. Mais comment démontrer que par un glissement judicieux on puisse ramener en coïncidence et successivement tous les éléments communs à tous les plans, depuis le plan tangent au film jusqu'au plan le plus éloigné ?

Il suffit d'examiner cette simple construction géométrique (fig. 4) due au docteur COTTENOT : supposons, en effet, deux grains de plomb A et B situés à des profondeurs différentes. Prenons de ces grains de plomb deux clichés en plaçant l'ampoule successivement en F_1 et F_2 . Lorsque le foyer est en F_1 , on a sur le premier film une image a_1 de A et une

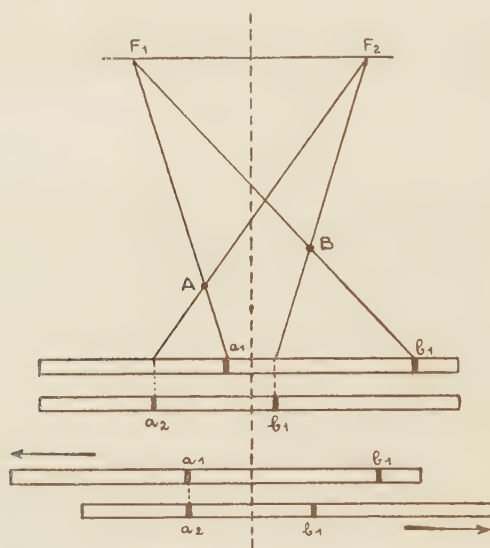


FIGURE 4. (D'après P. Cottenot.)

image b_1 de B. Sur le deuxième film, le foyer se trouvant dans la position F_2 , nous obtenons une image a_2 de A et b_2 de B. Superposons les deux films pour la lecture. En les faisant glisser l'un par rapport à l'autre, on peut amener tout d'abord a_1 et a_2 en coïncidence.

L'image de A est nette, celle de B au contraire se trouve être floue (Théorèmes de ROSSELET). A ce moment seul, les points du plan parallèle au film et qui passent par A peuvent être nets. En continuant le mouvement de translation, on amènera l'image b_1 en coïncidence avec b_2 , et ainsi le plan de B donnera une image nette, les plans situés au-dessus et au-dessous étant flous. De même avec un déplacement adéquat, on peut mettre en évidence n'importe quel plan parallèle à celui du film. Du reste, il y a une relation entre la distance d'un plan à celui du film et le déplacement qu'il faut donner aux films pour le mettre en évidence. Il est donc possible de repérer exactement la position du plan « sorti ».

On voit que les indications de la sériescopie sont analogues à celles de la planigraphie. Pendant l'exploration d'une zone densifiée, la superposition des ombres du plan mis au point augmente les contrastes, tandis que les plans voisins sont flous par étalement des ombres. Mais jamais on ne doit s'attendre en sériescopie à des images aussi pures que celles des coupes radiographiques : la méthode permet la première exploration du sujet, mais surtout elle renseigne très exactement sur la profondeur d'une lésion repérée. *C'est la méthode préradiotomique par excellence.*

Ajoutons qu'afin de localiser en profondeur les plans étudiés, ZIEDSES DES PLANTES a proposé de radiographier en même temps que le sujet, un escalier de bois dont les marches espacées de centimètre

en centimètre supportent des chiffres en plomb : seul le chiffre contenu dans le plan mis au point apparaît net sur le film au moment de la lecture.

Pratiquement, on opère toujours dans des conditions identiques (même distance focale, même décalage du foyer), ce qui permet d'utiliser, à la lecture, un index se déplaçant devant une graduation centimétrique.

Le plan de distance zéro dont la connaissance est nécessaire pour disposer les films sur le sériescope, est donné par des repères métalliques touchant la cassette.

A propos de cette méthode, le professeur DIDIÉE a écrit que, « simplifiée par le docteur COTTENOT à la prise de deux clichés, la sériescopie s'affirme comme une méthode très générale et très sûre de localisation des corps étrangers. L'appareillage peut alors se limiter à un pied à coulisse (compas réalisé par le docteur COTTENOT) ».

C'est également au docteur COTTENOT qu'on doit un sélecteur respiratoire, extrêmement ingénieux, et qui permet, lors de la prise de films, de retrouver le sujet au même temps respiratoire.

CHAPITRE II

LES METHODES RADIOTOMOSCOPIQUES

I. — LA PLANISCOPIE (Schmidt et Gaubatz)

Dans une communication intitulée « Un procédé simple pour fixer la profondeur des corps étrangers sur écran radioscopique », SCHMIDT et GAUBATZ décrivent une méthode de repérage préalable du plan de coupe qui, utilisant un appareil de radiographie analytique, permet de repérer avec aisance, *en radioscopie*, le plan exact où se trouve un corps étranger (balle de fusil, éclat d'obus ou encore foyer de calcification) et en déterminer la profondeur avec précision.

A l'aide d'un instrument simple (cercle fixé sur l'écran), on fait répondre le centre de l'écran au rayon central et normal. Plaçant alors le corps étranger sur le trajet de ce rayon, on cherche à voir si pendant le fonctionnement de l'appareil, son image reste fixe sur l'écran ou si, au contraire, elle se déplace par rapport au cercle repère. Elle se mobilise, certes, d'autant plus vite qu'elle se trouve plus éloignée du plan de coupe, sur lequel on opère. Dans

ce cas, on déplace alors le plan de coupe, soit en avant soit en arrière, jusqu'à ce que l'image reste parfaitement immobile par rapport au cercle repère et ce, quelle que soit l'amplitude de la trajectoire focale. Une échelle graduée livre directement la profondeur.

La précision de la méthode, après vérification sur fantôme, est de l'ordre de 2 millimètres en plus ou en moins. Il faut toutefois noter que cette précision est d'autant plus élevée que l'appareil est susceptible de donner une coupe plus mince.

Cette méthode, simple et rapide, a été reprise en France par GUNSET et SICHEL, qui en ont contrôlé l'exactitude. Toutefois, pour le Professeur DIDIÉE, « c'est exploiter avec un appareillage plus compliqué le principe du radiostéréomètre de BAESE ; d'ailleurs, dans ce dispositif, on peut voir le germe des combinaisons mécaniques qui ont permis la radiographie analytique. Il n'est pas douteux que la technique de la planiscopie, mise au point, ne puisse servir utilement à la localisation de corps étrangers. Mais elle met en jeu un appareillage fort complexe... »

II. — LA RADIOPHOTOGRAPHIE

Au lieu de se borner à examiner l'écran pendant son déplacement, le docteur RONNEAUX et ses élèves se sont proposé de photographier cet écran. Ils appliquent en somme à la radiographie analytique les méthodes préconisées par MANOEL DE ABREU, en vue du dépistage systématique de la tuberculose par les rayons X.

Cete méthode, que DE ABREU appelle radiophotographie ou radiographie indirecte, utilise un appareil photographique à objectif de grande luminosité, permettant l'emploi du film cinématographique. On obtient ainsi des clichés 2,4x3,6, que l'on examine à la loupe ou que l'on projette pour en mieux discerner les détails.

« La comparaison entre le film standard et la radiophotographie, écrit le docteur RONNEAUX, montre que tous les détails du film standard existent sur la radiophotographie, si les temps de pose ont été bien calculés. »

Sans doute n'atteint-on pas à la même finesse de dessin. Mais cette mince restriction ne saurait être un handicap à la brillante carrière que la radiophotographie se réserve dans le repérage préalable en radiographie analytique.

En effet, grâce à elle, le choix du plan de coupe lui-même ne revient guère qu'au prix des minuscules clichés, obtenus sur film cinématographique. Et ce prix est toujours minime.

Ajoutons que le docteur RONNEAUX a étendu son procédé à l'appareil fonctionnant suivant la méthode de VALLEBONA-BOZZETTI : l'ampoule reste fixe. Le sujet et l'écran se déplacent autour d'un axe, le plan de coupe restant constamment parallèle au plan de l'écran.

La difficulté, dans ce cas, était de photographier l'écran radiologique en mouvement. Il était donc nécessaire de soumettre l'appareil photographique à une trajectoire rigoureusement semblable : résultat

que le docteur RONNEAUX a obtenu en solidarissant étroitement l'appareil photographique et l'écran radioscopique.

De la sorte on obtient une série de « stratigraphies en réduction » sur lesquelles pourra s'exercer le choix ; et l'image préradiotomique retenue, fixe les conditions de prise de la coupe « grand format », toujours nécessaire, mais le plus souvent suffisante.

III. — LA STRATISCOPIE (P^r Ponthus)

Les images obtenues par la méthode des coupes radiographiques étant mobiles, il paraît impossible a priori, d'observer sur l'écran fluorescent une image animée de déplacements aussi rapides.

Il semble en tout cas peu aisé d'en obtenir une immobilisation satisfaisante et stable.

De nombreux chercheurs, cependant, se sont attachés à ce problème.

Une première solution en a été fournie concurremment par le professeur PONTIUS et par M. POITTEVIN, dans le cas d'un foyer animé d'un mouvement circulaire : elle porte le nom de *stratiscopie* et permet l'observation d'une image radioscopique immobile et virtuelle du plan de coupe.

THÉORIE

Considérons une image radioscopique II' d'un objet OO' , situé dans le plan de coupe, se formant sur un écran fluorescent immobile (fig. 5). Elle se

virtuelle de l'écran, parallèle à lui, et qu'il puisse tourner autour de XX' .

Il est évident que, quelle que soit la position des miroirs (pourvu que cette position se trouve en correspondance avec la position de l'ampoule), on observera toujours de $I I'$ une image virtuelle et immobile, à condition toutefois que le mouvement du système de miroirs soit solidaire du mouvement du tube. Quant aux images des points ou des objets qui ne se trouvent pas dans le plan de coupe, elles ne paraissent pas immobiles après réflexion et décrivent, suivant leur position, des cercles de diamètre variable. Si la vitesse du tube est suffisamment rapide, ces images s'effaceront, et seule l'image du plan de coupe apparaîtra nettement.

RÉALISATION

Un prototype de démonstration a d'abord été construit pour la vérification du principe. Il était suffisant de l'établir dans le cas de la lumière visible, puisqu'il s'agit d'un principe d'ordre optique. Nous avons pu examiner cet appareillage dans le laboratoire du Professeur PONTIUS. Il comprend :

1° DES ÉLÉMENTS OPTIQUES. Des grillages métalliques-objets, disposés en plans parallèles, séparant la source lumineuse (ampoule électrique) de l'écran d'observation en verre dépoli. Un système périscopique de deux miroirs reprend cette image.

2° DES ÉLÉMENTS MÉCANIQUES. Un arbre moteur entraînant la rotation de l'ampoule et du système

optique assure le synchronisme des mouvements de la source lumineuse et du périscope.

Grâce à cet ingénieux montage on vérifie aisément les prévisions théoriques. Quand la source lumineuse et les miroirs sont immobiles, on voit distinctement l'image de tous les plans grillagés-objets. Si le système est mis en rotation, on observe pour de faibles vitesses une image noire et immobile du grillage situé dans le plan de coupe, tandis que les images des autres plans-objets s'estompent. Ces images parasites disparaissent complètement si la vitesse de rotation est suffisamment élevée (quatre tours-sec.). Quant à la distance minima nécessaire pour l'effacement net d'un plan, elle est de 3 à 5 millimètres.

Il est bien certain que ce schéma optique peut trouver sa transposition en radiologie. C'est une question de technique pure. Et le stratiscope prototype réalisé l'a clairement démontré.

Cet appareil, malheureusement, est encore du domaine du laboratoire.

IV. — LE REPERAGE PRERADIOTOMIQUE DE BOCAGE

Le docteur BOCAGE a proposé de son côté une méthode de repérage préradiotomique devant s'adjoindre à son Biotome : la cassette porte-film est remplacée par une bonnette contenant un écran fluorescent et un mécanisme immobilisant l'image radioscopique dans l'espace. Parmi les nombreuses

combinaisons possibles, l'auteur s'est arrêté à une solution simple.

« Une seule lentille convergente dont le foyer est dans le plan de l'écran, devant lequel elle est placée, et qui est solidaire de ses mouvements, suffit à rejeter à l'infini l'image de l'écran et à en annuler tout mouvement apparent » (DELHERM et PROUX).

Mais l'effacement des plans parasites est fonction de la vitesse de rotation de l'ampoule et les vitesses pratiquement réalisables, même avec le Biotome, sont trop faibles pour obtenir un effacement complet. On arrive cependant à distinguer le plan qui demeure immobile.

Le docteur BOCAGE a bien voulu nous apporter les précisions suivantes concernant son dispositif : « L'image radioscopique est regardée à travers une lentille convergente (foyer à 80 cm., diamètre de 10 à 12 cm.), solidaire de l'écran et ayant son foyer sur lui. L'image virtuelle vue par l'observateur est animée dans l'espace d'un mouvement de translation circulaire égal à celui de l'écran (circonférence de 4 à 8 cm. de diamètre) ; mais comme elle est reportée à l'infini, ce mouvement n'est plus perceptible et l'écran apparaît immobile. Apparaîtront donc fixes dans l'espace toutes les ombres qui ne se déplacent pas sur l'écran, c'est-à-dire la projection de la coupe sur laquelle est réglé l'appareil. »

Mais le Biotome travaille en téléradiographie et les images radioscopiques manquent de vigueur. A cet inconvénient s'ajoute, nous l'avons vu, un effacement

incomplet lié à la vitesse trop réduite du mouvement circulaire du tube.

Nous croyons savoir que le docteur BOCAGE poursuit actuellement une réalisation nouvelle dont le dispositif serait réellement maniable et efficace.

V. — LA TOMOSCOPIE (F. Violette)

Etudions enfin le prototype récemment mis au point par F. VIOLETTE dans le Service d'Electro-Radiologie de l'hôpital Desgenettes, à Lyon. L'auteur s'est proposé « d'obtenir sur un écran d'observation (verre dépoli) une image réelle et fixe de l'image radioscopique mobile d'un plan de coupe ».

Il utilise pour cela (fig. 6) une lentille convergente susceptible de translation dans le plan situé à mi-distance de l'écran radiologique et du verre dépoli fixes, cette distance commune étant $2 f$.

Voici le principe tel qu'il nous fut exposé par l'auteur :

« Soit un objet situé dans un plan perpendiculaire à l'axe optique de cette lentille convergente et placé à la distance de $2 f$ du centre optique. Nous en obtenons l'image réelle, renversée et égale en grandeur sur un écran plan perpendiculaire à l'axe optique et situé à la même distance $2 f$ du centre optique. Prenons un point du plan-objet précédemment défini, et imprimons à la lentille un déplacement quelconque dans un plan perpendiculaire à l'axe optique primitif : l'image du plan lumineux va

décrire dans le plan-image une trajectoire de même forme, mais de *grandeur double*.

Renversons maintenant le problème : partant d'un point lumineux mobile (point de l'écran radioscopique par exemple), cherchons à le projeter en une position fixe dans le plan-image (verre dépoli).

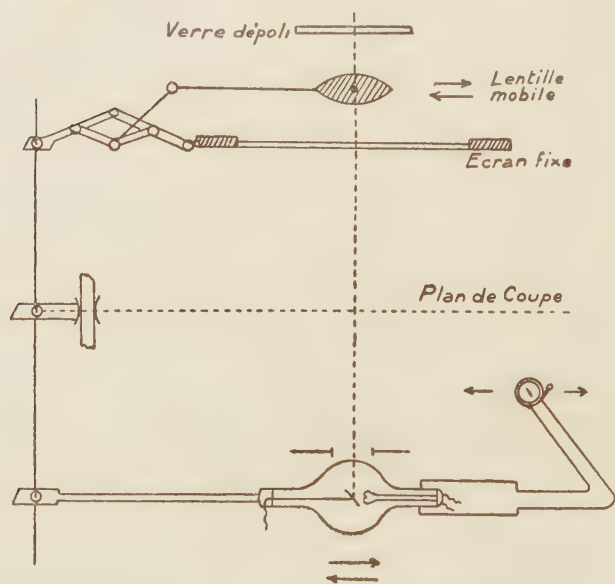


FIGURE 6. (D'après F. Violette.)

Il est évident qu'il suffit de déplacer la lentille suivant une trajectoire de même forme et de *grandeur moitié moindre*.

Dans ces conditions, en effet, on obtient l'immobilisation de l'image du point de l'écran. Et comme ce qui est valable pour un point du plan-objet l'est également pour une figure quelconque située dans ce

plan, il est possible d'obtenir sur un écran d'observation l'image réelle et fixe d'une figure mobile.

Le schéma ci-contre fait bien comprendre le dispositif : il est évident que la lentille, solidaire de la bielle par l'intermédiaire d'un pantographe réduisant le mouvement de moitié en grandeur, va décrire une trajectoire réduite de moitié par rapport à celle de l'image scopique sur l'écran ; et que, dans ces conditions toute opacité située dans le plan de coupe présentera sur le verre dépoli une image immobile.

Nous avons pu expérimenter ce dispositif fort ingénieux, appelé *Tomostat* par l'auteur. Il répond en tous points aux prévisions théoriques. Mais ces essais très récents du prototype portent encore sur des opacités de contraste élevé. C'est ainsi qu'il est aisé de repérer la profondeur d'un corps étranger. Mais il faut reconnaître qu'en l'état actuel des choses, l'identification d'une coupe anatomique serait autrement difficile.

Quoi qu'il en soit, nous sommes en présence d'un dispositif ingénieux qui, par des perfectionnements apportés au système optique en particulier, fait prévoir son utilisation féconde dans le domaine de la préradiotomie.

D'autant que le Tomostat, d'abord construit en vue d'un mouvement unidirectionnel, a été adapté récemment par son auteur au mouvement multidirectionnel.

CONCLUSIONS

Deux lourdes servitudes entravaient, tout à ses débuts, la carrière, incontestablement brillante, promise à la radiographie analytique.

C'était « une technique *lente*, peu compatible avec les conditions de la clinique courante ».

C'était « une technique *onéreuse*, une « radiologie de milliardaires », peu accessible au praticien, en dehors du milieu hospitalier ».

Des voix nombreuses se sont élevées pour la libérer de ces lourdes hypothèques, la justifier et la défendre.

Ainsi, comme un corollaire impératif et nécessaire aux découvertes des KAROL MAYER, BAESE et BOCAGE, sont nées les méthodes — rapides, économiques — dites de repérage préalable.

Nous avons vu qu'elles sont en nombre.

Est-ce à dire qu'aucune d'elles n'ait atteint au but que s'étaient assigné les avocats de la radiographie analytique ?

Non pas. Les méthodes stéréoradiologiques, entre autres, ont fait leurs preuves.

Mais la correction des données d'un problème n'est jamais plus aisée que le problème lui-même.

Le Repérage préalable vit dans une perpétuelle

révolution, comme la Radiographie analytique elle-même.

C'est pourquoi nos conclusions ne vaudront que dans le cadre d'un « état actuel » de la question.

Disons tout de suite que la simple STÉRÉORADIOGRAPHIE, bien qu'entachée du facteur subjectif lié à la personne même de celui qui en use, reste un élément de valeur, et que, complétée par la MÉTHODE DE THIEL, qui l'objective en quelque sorte, elle constitue un procédé tout à fait remarquable.

Quant à la SÉRIESCOPIE, malgré les critiques, d'ailleurs légères, qui lui sont adressées et qui visent surtout la difficulté d'une prise correcte des films, c'est une inégalable méthode d'exploration ; on a écrit très justement de « dissection sur le vivant ». Elle permet, en effet, la prospection d'une infinité de plans.

On lui a reproché d'utiliser quatre films « qui seraient mieux placés, a-t-on dit, dans la série des stratigrammes », et de nécessiter pour la lecture des coupes un matériel relativement coûteux.

L'argument est de poids, mais, aussi bien, P. COTTENOT a construit un COMPAS, à deux films seulement.

Un mot de la STÉRÉORADIOSCOPIE, dont nous croyons savoir qu'elle verra le jour dans peu de mois.

Restent les méthodes RADIOTOMOSCOPIQUES.

Seule, la RADIOPHOTOGRAPHIE semble avoir pris droit de cité. Elle a donné d'excellents résultats.

Mais les autres sont encore du domaine de la recherche pure. Espérons qu'elles s'en évaderont à très brève échéance : ce sont celles qui ouvrent les plus séduisantes perspectives.

Elles « balayent » les obsédants reproches faits à la radiographie analytique, à la préradiotomie même, d'être lentes et onéreuses.

Elles promettent l'examen tomoscopique, direct, immédiat, précédant la tomographie de confirmation, tout comme l'actuelle « scopie » précède la « graphie » nécessaire...

Elles promettent, disions-nous.

Sans doute tiendront-elles.

Mais, en attendant cette ère brillante de la tomoscopie pratique, n'oublions pas dans cette question du repérage préalable, l'énorme intérêt du simple examen standard, dont en aucun cas on ne saurait se passer.

Vu :

LE DOYEN :
TIFFENEAU.

Vu :

LE PRÉSIDENT DE LA THÈSE :
STROHL.

Vu et permis d'imprimer :

LE RECTEUR DE L'ACADÉMIE DE PARIS,
ROUSSY.

BIBLIOGRAPHIE

- ALEXANDER. — Une méthode tomographique simple et peu coûteuse (*The Am. Jour. of Roentg. and Radium*, Juin 1938).
- BARTELINK. — Röntgenschnitte (*Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgensstrahlen*, 1933). Nouveau procédé radiographique de mise en évidence d'une région osseuse déterminée (*Journal Belge de Rad.*, 1933).
- BERGONIE. — Le radiostéréomètre de Baese (*Archives d'Electricité Médicales de Physiothérapie*, 1917).
- BISTOLFI. — Introduction à l'étude de la Stratigraphie (*Rad. e. Fis. Med.*, déc. 1934). Geometrisches Studium des Röntgenbildes (*Verlag Nicola Zanichelli*, Bologna, 1934).
- BOCAGE. — Brevet n° 536.464, 1921. Présentation d'appareil : le Biotome. (*Soc. Elect. Rad. Med. Fr.*, avril 1938).
- BOZETTI. — Realizzazione della stratigraphia secundo il concetto Vallebona. Ziedses des Plantes *IXI^e Congr. Naz. Radiol. Med. Perugia*, sept. 1934). La réalisation pratique de la stratigraphie (*Rad. Med.*, mars 1935).
- BUFFE. — Présentation de clichés de coupes radiographiques (*Soc. Rad. Ned. Fr.*, janvier 1937. *Lyon Médical*, 18 avril 1937).
- BUFFE, GALLOUIN, AUBERT. — Application des méthodes de radiographie en coupe à l'examen du squelette (*Pr. Méd.*, 19 nov. 1938).

- CASTAY. — Nécessité de pratiquer systématiquement des clichés en oblique et de profil au cours des affections pulmonaires aiguës et subaiguës (*Soc. Elec. Rad. Méd. Fr.*, mars 1938).
- CAMINO. — Tomographie pulmonaire. Insuffisances de la radiographie (*Soc. Elec. Rad. Méd. Fr.*, juin 1938).
- COTTENOT. — La Sériescopie thoracique, moyen d'études des lésions pleuro-pulmonaires (*Jour. Radio*, sept. 1937). Présentation d'un compas, pour la localisation des corps étrangers (*Soc. Electr. Rad. Méd. Fr.*, février 1938).
- DELABORDE. — Présentation d'un appareil de Stratiographie (*Soc. Electr. Rad. Centre et Lyonnais*, mai 1938).
- DELHERM et PROUX. — Les étapes de la reconstruction des coupes anatomiques au moyen de la Radiographie. Le Biotome et le Phototome de Bocage (*Bull. Sc. Rad. Méd. Fr.*, octobre 1937).
- DIDIÉE. — Les résultats des méthodes radiologiques en coupe de l'organisme (*Jour. Rad. Electr.*, sept. 1938. Présentation de stratigrammes (*Soc. Fr. Electr. Rad.*, octobre 1938).
- DRAMEZ. — Etude des méthodes radiotomiques. Leur valeur dans l'exploration du poumon (*Soc. Fr. Electr. Rad.*, juillet 1938). Etude des méthodes radiotomiques (*Thèse Paris*, 1938).
- ENQUIN et AGUIRRE. — Dissociation radiographique des ombres intrathoraciques en position frontale (*Presse Méd.*, 25 juin 1938).
- GROSSMANN. — Tomographie I (Röntgenographische Darstellung von Körperschnitten). *Fortschr. Röntgenstr.*, jan. 1935. Tomographie II (*Théoretische über Tomographie*). *Fortschr.*, feb 1935. Praktische von Aussetzungen für die Tomographie (*Fortschr.*, Aug. 1935).

- GUNGSETT et SICHEL. — La localisation des corps étrangers en planiscopie (*Soc. Electr. Rad. Est*, nov. 1937).
- MAINGNOT et BERNARD. — Les insuffisances de la radiographie ordinaire en phtisiologie et leur correction par la tomographie (*Presse Médicale*, mars 1938).
- MASSIOT. — Etude comparative des méthodes de radiographie analytique (*Soc. Elec. Rad. Centre et Lyonnais*, mars 1936).
- Sur l'effet des différentes trajectoires utilisées tomographie, planigraphie et stratigraphie (*Soc. Electr. Rad. du Sud-Ouest*, 12 décembre -937).
- Planigraphie et Biotomie (*Soc. Rad. Littor. Médit.*, juin -938).
- MEYER. — De l'importance des images par sommation en radiographie pulmonaire (*Soc. Electr. Rad. Est*, novembre 1932).
- NAUD. — Contribution à l'étude d'une nouvelle méthode radiographique. Radiographie en coupes de l'organisme (*Thèse de Lyon*, 1936).
- OTT. — Kurze technische Erklärung des Tomographes für Körper Schnittbilder (*Fortschr. Aug.*, 1935).
- PEYRUS et AUBERT. — L'examen radiographique de la région temporo-maxillaide (*Rev. Stomoto.*, mars 1938).
- PONTHUS. — L'examen radioscopique en coupes de l'organisme. Sa valeur. Sa réalisation pratique (*Soc. Rad. Méd. Fr.*, oct. 1937).
- PONTHUS et MALVOISIN. — *Journal de Radio. et d'Elec.*, n° 21, 1937).
- Félix PORTES et Maurice CHAUSSE. — Procédé pour la mise au point radiologique sur un plan sécant d'un solide, ainsi que pour la concentration sur une zone déterminée d'une section radiothéra-

- peutique maximum et dispositifs en permettant la réalisation (*Brevet français* n° 541.914-D, 3 oct. 1921; P, août 1922).
- ROLAND. — La radiogrammétrie par coupes (*Bull. Soc. Photogram.*, janvier 1938).
- RONNEAUX — Sur la stratigraphie pulmonaire (*S. E.-R. Méd. Fr.*, déc. 1937).
- Un an de stratigraphie pulmonaire par la méthode de Vallebona modifiée (*Soc. Electr. Rad. Est*, mai 1938).
- La radiophotographie (*Soc. Electr. Rad. Méd. Fr.*, nov. 1938).
- RONNEAUX, DEGAND, WATTEZ et SAGET. — Essai de radiophotographie appliquée à la stratigraphie pulmonaire (*Soc. Electr. Rad. Méd. Fr.*, déc. 1938).
- ROSSELET. — La tomographie (*Journal de la Suisse Romande*, août 1938).
- ROUQUET. — Possibilités de la radiographie analitique du poumon pathologique (*Soc. Fr. Electr. Rad.*, mai 1938).
- SCHMIDT. — Forschritte auf dem Gebiete des Röntgenstrahlen (*Bd. 54, Aug. 1936. Beiheft*).
- THIEL. — La radiotomie, application à la médecine et à la chirurgie du poumon en particulier (*S. Fr. Electr. Rad.*, avril 1938).
- La radiotomie. Restitution radiotopographique (*S. Fr. Electr. Rad.*, mai 1938).
- THIEL et BOURGEOIS. — La méthode radiotomique (*Presse Méd.*, L3 janvier 1937).
- VALLEBONA. — Una modalita di tecnica per la dissociazione radiografica delle ombre (*Congresso Sanitario Ospedali civili di Genova*, fév. 1930).
- Nuovo metodo radiografica chiamato « planigrafica » (*Rad. Med.*, 1932).

- Über die methoden zur Aufnahme von Röntgenbildern, die eine zerlegung der Schatten ermöglichen (*Fortschr. Bd. 48. H. 5, 1933*).
- VIOLETTE. — Recherches expérimentales sur la radioscopie analytique : réalisation d'un prototype donnant une image réelle et fixe (*Soc. Fr. Electr. Rad.*, fév. 1939).
- Le tomostat. Etude du mouvement multidirectionnel (*Soc. Fr. Electr. Rad.*, mars 1939).
- WAARD (de). — Sur une propriété fondamentale de la formation des images planigraphiques (*Acta Radiol.*, vol. 19, nov. 1938).
- WAREMBOURG et BONTE. — La seriescopie (*Yves Demailly*, éd., 1938).
- WILLEMIN. — Mal de Pott à double foyer centro-somatique. Etude planigraphique (*Soc. Fr. Electr. Rad.*, octobre 1938).
- ZIEDSES DES PLANTES. — Eine neue methode zur differenzierung in des Röntgenographie (Planigraphie) (*Acta Radiol.*, mai 1932).
- *Journal de Radio.*, fév. 1934).
- Planigraphie, seriescopie et soustraction (*S. Electro-radiologie Méd. Fr.*, janvier 1939).

TABLE DES MATIERES

AVANT-PROPOS	9
INTRODUCTION	13

PREMIERE PARTIE

<i>Chapitre premier.</i> — La radiographie analytique ..	19
<i>Chapitre II.</i> — Historique et appareils	31

DEUXIEME PARTIE

LES DIVERSES MÉTHODES DE REPÉRAGE PRÉALABLE..	37
<i>Chapitre premier.</i> — Les méthodes stéréoradiologi- ques	39
§ I. — La stéréoradiographie	39
§ II. — La stéréoradioscopie	40
§ III. — La méthode stéréoautographique	43
§ IV. — La sérioscopie	48
<i>Chapitre II.</i> — Les méthodes radiotomoscopiques.	53
§ I. — La planiscopie	53
§ II. — La radiophotographie	54
§ III. — La stratiscope	56
§ IV. — La localisation préradiotomique de Bo- cage . ..	59
§ V. — La tomoscopie	61
CONCLUSIONS	65
BIBLIOGRAPHIE	69

TABLE DES MATIÈRES

9

13

17

21

25

29

33

37

41

45

49

53

57

61

65

69

73

77

81

85

89

93

97

101

105

109

113

117

121

125

129

133

137

141

145

149

153

157

161

165

169

173

177

181

185

189

193

197

201

205

209

213

217

221

225

229

233

237

241

245

249

253

257

261

265

269

273

277

281

285

289

293

297

301

305

309

313

317

321

325

329

333

337

341

345

349

353

357

361

365

369

373

377

381

385

389

393

397

401

405

409

413

417

421

425

429

433

437

441

445

449

453

457

461

465

469

473

477

481

485

489

493

497

501

505

509

513

517

521

525

529

533

537

541

545

549

553

557

561

565

569

573

577

581

585

589

593

597

601

605

609

613

617

621

625

629

633

637

641

645

649

653

657

661

665

669

673

677

681

685

689

693

697

701

705

709

713

717

721

725

729

733

737

741

745

749

753

757

761

765

769

773

777

781

785

789

793

797

801

805

809

813

817

821

825

829

833

837

841

845

849

853

857

861

865

869

873

877

881

885

889

893

897

901

905

909

913

917

921

925

929

933

937

941

945

949

953

957

961

965

969

973

977

981

985

989

993

997

1001

1005

1009

1013

1017

1021

1025

1029

1033

1037

1041

1045

1049

1053

1057

1061

1065

1069

1073

1077

1081

1085

1089

1093

1097

1101

1105

1109

1113

1117

1121

1125

1129

1133

1137

1141

1145

1149

1153

1157

1161

1165

1169

1173

1177

1181

1185

1189

1193

1197

1201

1205

1209

1213

1217

1221

1225

1229

1233

1237

1241

1245

1249

1253

1257

1261

1265

1269

1273

1277

1281

1285

1289

1293

1297

1301

1305

1309

1313

1317

1321

1325

1329

1333

1337

1341

1345

1349

1353

1357

1361

1365

1369

1373

1377

1381

1385

1389

1393

1397

1401

1405

1409

1413

1417

1421

1425

1429

1433

1437

1441

1445

1449

1453

1457

1461

1465

1469

1473

1477

1481

1485

1489

1493

1497

1501

1505

1509

1513

1517

1521

1525

1529

1533

1537

1541

1545

1549

1553

1557

1561

1565

1569

1573

1577

1581

1585

1589

1593

1597

1601

1605

1609

1613

1617

1621

1625

1629

1633

1637

1641

1645

1649

1653

1657

1661

1665

1669

1673

1677

1681

1685

1689

1693

1697

1701

1705

1709

1713

1717

1721

1725

1729

1733

1737

1741

1745

1749

1753

1757

1761

1765

1769

1773

1777

1781

1785

1789

1793

1797

1801

1805

1809

1813

1817

1821

1825

1829

1833

1837

1841

1845

1849

1853

1857

1861

1865

1869

1873

1877

1881

1885

1889

1893

1897

1901

1905

1909

1913

1917

1921

1925

1929

1933

1937

1941

1945

1949

1953

1957

1961

1965

1969

1973

1977

1981

1985

1989

1993

1997

2001

2005

2009

2013

2017

2021

2025

2029

2033

2037

2041

2045

2049

2053

2057

2061

2065

2069

2073

2077

2081

2085

2089

2093

2097

2101

2105

2109

2113

2117

2121

2125

2129

2133

2137

2141

2145

2149

2153

2157

2161

2165

2169

2173

2177

2181

2185

2189

2193

2197

2201

2205

2209

2213

2217

2221

2225

2229

2233

2237

2241

2245

2249

2253

2257

2261

2265

2269

2273

2277

2281

2285

2289

2293

2297

2301

2305

2309

2313

2317

2321

2325

2329

2333

2337

2341

2345

2349

2353

2357

2361

2365

2369

2373

2377

2381

2385

2389

2393

2397

2401

2405

2409

2413

2417

2421

2425

2429

2433

2437

2441

2445

2449

2453

2457

2461

2465

2469

2473

2477

2481

2485

2489

2493

2497

2501

2505

2509

2513

2517

2521

2525

2529

2533

2537

2541

2545

2549

2553

2557

2561

2565

2569

2573

2577

2581

2585

2589

2593

2597

2601

2605

2609

2613

2617

2621

2625

2629

2633

2637

2641

2645

2649

2653

2657

2661

2665

2669

2673

2677

2681

2685

2689

2693

2697

2701

2705

2709

2713

2717

2721

2725

2729

2733

2737

2741

2745

2749

2753

2757

2761

2765

2769

2773

2777

2781

2785

2789

2793

2797

2801

2805

2809

2813

2817

2821

2825

2829

2833

2837

2841

2845

2849

2853

2857

2861

2865

2869

2873

2877

2881

2885

2889

2893

2897

2901

2905

2909

2913

2917

2921

2925

2929

2933

2937

2941

2945

2949

2953

2957

2961

2965

2969

2973

2977

2981

2985

2989

2993

2997

3001

3005

3009

3013

3017

3021

3025

3029

3033

3037

3041

3045

3049

3053

3057

3061

3065

3069

3073

3077

3081

3085

3089

3093

3097

3101

3105

3109

3113

3117

3121

3125

3129

3133

3137

3141

3145

3149

3153

3157

3161

3165

3169

3173

3177

3181

3185

3189

3193

3197

3201

3205

3209

3213

3217

3221

3225

3229

3233

3237

3241

3245

3249

3253

3257

3261

3265

3269

3273

3277

3281

3285

3289

3293

3297

3301

3305

3309

3313

3317

3321

3325

3329

3333

3337

3341

3345

3349

3353

3357

3361

3365

3369

3373

3377

3381

3385

3389

3393

3397

3401

3405

3409

3413

3417

3421

3425

3429

3433

3437

3441

3445

3449

3453

3457

3461

3465

3469

3473

3477

3481

3485

3489

3493

3497

3501

3505

3509

3513

3517

3521

3525

3529

3533

3537

3541

3545

3549

3553

3557

3561

3565

3569

3573

3577

3581

3585

3589

3593

3597

3601

3605

3609

3613

3617

3621

3625

3629

3633

3637

3641

3645

3649

3653

3657

3661

3665

3669

3673

3677

3681

3685

3689

3693

3697

3701

3705

3709

3713

3717

3721

3725

3729

3733

3737

3741

3745

3749

3753

3757

3761

3765

3769

3773

3777

3781

3785

3789

3793

3797

3801

3805

3809

3813

3817

3821

3825

3829

3833

3837

3841

3845

3849

3853

3857

3861

3865

3869

3873

3877

3881

3885

3889

3893

3897

3901

3905

3909

3913

3917

3921

3925

3929

3933

3937

3941

3945

3949

3953

3957

3961

3965

3969

3973

3977

3981

3985

3989

3993

3997

4001

4005

4009

4013

4017

4021

4025

4029

4033

4037

4041

4045

4049

4053

4057

4061

4065

4069

4073

4077

4081

4085

4089

4093

4097

4101

4105

4109

4113

4117

4121

4125

4129

4133

4137

4141

4145

4149

4153

4157

4161

4165

4169

4173

4177

4181

4185

4189

4193

4197

4201

4205

4209

4213

4217

4221

4225

4229

4233

4237

4241

4245

4249

4253

4257

4261

4265

4269

4273

4277

4281

4285

4289

4293

4297

4301

4305

4309

4313

4317

4321

4325

4329

4333

4337

4341

4345

4349

4353

4357

4361

4365

4369

4373

4377

4381

4385

4389

4393

4397

4401

4405

4409

4413

4417

4421

4425

4429

4433

4437

4441

4445

4449

4453

4457

4461

4465

4469

4473

4477

4481

4485

4489

4493

4497

4501

4505

4509

4513

4517

4521

4525

4529

4533

4537

4541

4545

4549

4553

4557

4561

4565

4569

4573

4577

4581

4585

4589

4593

4597

4601

4605

4609

4613

4617

4621

4625

4629

4633

4637

4641

4645

4649

4653

4657

4661

4665

4669

4673

4677

4681

4685

4689

4693

4697

4701

4705

4709

4713

4717

4721

4725

4729

4733

4737

4741

4745

4749

4753

4757

4761

4765

4769

4773

4777

4781

4785

4789

4793

4797

4801

4805

4809

4813

4817

4821

4825

4829

4833

4837

4841

4845

4849

4853

4857

4861

4865

4869

4873

4877

4881

4885

4889

4893

4897

4901

4905

4909

4913

4917

4921

4925

4929

4933

4937

4941

4945

4949

4953

4957

4961

4965

4969

4973

4977

4981

4985

4989

4993

4997

5001

5005

5009

5013

5017

5021

5025

5029

5033

5037

5041

5045

5049

5053

5057

5061

5065

5069

5073

5077

5081

5085

5089

5093

5097

5101

5105

5109

5113

5117

5121

5125

5129

5133

5137

5141

5145

5149

5153

5157

5161

5165

5169

5173

5177

5181

5185

5189

5193

5197

5201

5205

5209

5213

5217

5221

5225

5229

5233

5237

5241

5245

5249

5253

5257

5261

5265

5269

5273

5277

5281

5285

5289

5293

5297

5301

5305

5309

5313

5317

5321

5325

5329

5333

5337

5341

5345

5349

5353

5357

5361

5365

5369

5373

5377

5381

5385

5389

5393

5397

5401

5405

5409

5413

5417

5421

5425

5429

5433

5437

5441

5445

5449

5453

5457

5461

5465

5469

5473

5477

5481

5485

5489

5493

5497

5501

5505

5509

5513

5517

5521

5525

5529

5533

5537

5541

5545

5549

5553

5557

5561

5565

5569

5573

5577

5581

5585

5589

5593

5597

5601

5605

5609

5613

